



(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence (26, 50, 80) de séparation de milieux (32, 34) comportant un disque de séparation (36, 54, 81, 90, 100, 130, 145, 147) transparent aux ondes électromagnétiques hyperfréquences et au moins un collet (42, 44, 52, 84, 102, 104, 161, 164) en forme de tube cylindrique circulaire brasé par un de ses bords sur une des deux faces (38, 40, 82, 83, 101, 132, 136) du disque, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une étape consistant à déposer une couche mince de brasure active (86) sur le bord du collet destiné à être brasé sur une des deux faces du disque, puis à brasier le tube sur le disque. L'invention concerne aussi une fenêtre hyperfréquence de séparation de milieux issue du procédé ayant au moins un collet en forme de tube cylindrique circulaire de génératrice proche d'une droite. Applications: tubes hyperfréquences de grande puissance, lignes de propagation hyperfréquences.

PROCEDE DE FABRICATION DE FENETRE HYPERFREQUENCE ET FENETRE ISSUE DU PROCEDE

L'invention concerne un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence, transparente aux ondes électromagnétiques, assurant une séparation entre deux milieux différents. Ces fenêtres sont notamment
5 utilisées dans les tubes hyperfréquences de grande puissance ou sur des lignes de propagation alimentant une machine à fusion thermonucléaire.

La figure 1 montre un dessin de principe d'un tel tube hyperfréquence de très grande puissance de type gyrotron.

Le gyrotron de la figure 1 comporte essentiellement une enceinte
10 10 dans laquelle on a fait le vide, et à l'intérieur de cette enceinte, un canon à électrons 12 ayant une cathode 14 fournissant un faisceau d'électrons 16 accélérés par une anode 18. Le faisceau d'électrons 16 entre dans une cavité résonnante 20 puis dans un injecteur 22 générant une onde électromagnétique transmise, après réflexion par un miroir
15 électromagnétique 24, à travers une fenêtre de séparation 26 hyperfréquences entre le milieu vide de l'enceinte 10 et le milieu ambiant extérieur du tube. Le faisceau d'électrons 16 est absorbé par un collecteur 28.

La fenêtre de séparation 26 doit assurer deux fonctions
20 principales, d'une part, la séparation entre vide de l'enceinte 10 du tube et le milieu extérieur qui peut être l'air ambiant à la pression atmosphérique et, d'autre part, la transmission de l'onde hyperfréquence vers l'extérieur du tube à travers cette fenêtre de séparation. Par conséquent, la fenêtre de séparation doit être capable de supporter des contraintes mécaniques
25 importantes du fait de la différence de pression entre les deux milieux, le milieu sous vide à l'intérieur du tube et le milieu extérieur à la pression de l'air ambiant.

En outre, les gyrotrons mettent en œuvre des puissances hyperfréquences très importantes, de l'ordre de 1 MW en continu, ce qui
30 provoque de fortes contraintes, au niveau de la fenêtre de séparation, liées à la température. Un circuit de refroidissement est prévu pour diminuer la température de la fenêtre.

Un tel tube générant des puissances hyperfréquences continues très importantes implique l'obtention d'un vide très poussé dans l'enceinte.

A cet effet, la fabrication du tube comporte une phase d'étuvage (d'environ 100 heures) suivie d'une phase de conditionnement. La durée de la phase de conditionnement est liée à la température maximum d'étuvage du tube, une température d'étuvage plus élevée diminuant le temps nécessaire à l'obtention du vide souhaité. L'inconvénient des tubes hyperfréquences de l'état de l'art comportant une fenêtre de séparation de milieux est que la température maximum d'étuvage est limitée par la tenue en température de la fenêtre.

La figure 2 montre la fenêtre 26 de séparation de l'état de l'art utilisée dans le gyrotron de la figure 1. La fenêtre 26 assure la séparation entre un premier 32 et un second milieux 34, ces milieux étant, dans le cas du gyrotron de la figure 1, l'intérieur de l'enceinte 10 et l'extérieur du tube.

La fenêtre 26 comporte essentiellement un disque 36 cylindrique comportant deux faces planes 38 et 40 séparant les deux milieux 32 et 34, un premier 42 et un second 44 collets, de forme cylindrique circulaire solidaires respectivement de l'une et de l'autre des faces planes du disque. Le premier collet 42 assure la fixation mécanique de la fenêtre avec le tube ainsi que la fermeture étanche de l'enceinte 10. Le second collet 44 assure la fixation de la fenêtre (et du tube).

Le disque 36 est réalisé dans un matériau résistant mécaniquement pour supporter les contraintes dues aux différences de pression entre les deux milieux et laissant passer, avec le minimum d'absorption, l'onde électromagnétique générée par le gyrotron dans le premier milieu vers l'extérieur du tube.

Le disque 36 peut être réalisé en céramique, saphir, en oxyde de béryllium ou alumine ultra pure. Pour des puissances atteignant 1 MW, le disque 36 peut être réalisé à partir de diamant synthétique.

Les collets métalliques sont brasés sur les deux faces du disque.

Les fenêtres de l'état de l'art présentent l'inconvénient de leur limitation en température, ce qui limite, par ailleurs, la température d'étuvage des tubes hyperfréquences comportant ce type de fenêtre.

Les figures 3a et 3b montrent respectivement une vue de dessus et une vue en coupe d'une fenêtre 50 de séparation de l'état de l'art, au

cours du brassage d'un collet 52 sur un disque 54 de la fenêtre à l'aide d'un outil de centrage ayant un cylindre 56 et une base 57.

Dans une première étape du procédé de fabrication de la fenêtre de séparation 50 de l'état de l'art, on effectue un dépôt 58 de métal à braser sur les faces du disque. Le cordon 58 en forme de couronne circulaire a sensiblement la même largeur que le bord du collet et le même diamètre que le collet à chaud lors du brasage. Puis dans une étape suivante, à l'aide de l'outil de centrage, on brase le collet 52 sur le cordon 58.

L'outillage de centrage 56, 57 est calculé pour assurer l'alignement du collet 52 et du cordon 58 à la température de brasage. On prend donc en considération les différences de dilatations des matériaux. Le matériau du cylindre 56 de l'outillage de centrage est choisi pour avoir une dilatation proche de celle du disque 54 mais le problème provient du disque qui a un coefficient de dilatation extrêmement faible. A la température de brasage aux environs de 800°C, le disque n'est plus parfaitement guidé par l'outil de centrage produisant un défaut d'alignement d1 entre le disque et le collier pouvant atteindre la moitié de l'épaisseur du collier. Avec une telle méthode de l'état de l'art la fiabilité du brasage s'en trouve affectée.

Pour compenser ce décalage, le collet 52 de forme cylindrique circulaire comporte, du côté du bord destiné à être brasé sur le disque, un élargissement 60 en forme de couronne augmentant la surface du bord du collet en regard avec la surface du disque. Cet élargissement 60 est nécessaire compte tenu du jeu d1 de positionnement du collet sur le disque. Ce jeu se produit lors de la montée en température de l'ensemble du collet et du disque préalablement positionnés dans l'outillage de centrage. L'inconvénient de cet élargissement 60 est que les contraintes à froid entre le disque et le collet augmentent avec risque de cassure ou de descellement du collet du disque.

Le principal objectif de l'invention est de pouvoir utiliser une température d'étuvage plus élevée que celle possible dans l'état de l'art pour l'étuvage des dispositifs électroniques hyperfréquences à vide comportant une fenêtre hyperfréquence de séparation de milieux, tels que les gyrotrons.

Un autre objectif de cette invention est d'obtenir un meilleur vide dans des tels tubes tout en ayant une durée d'étuvage plus courte.

D'autres objectifs de cette invention sont, la simplification de la fabrication, la diminution du coût, une meilleure tenue mécanique aux températures élevées de la fenêtre hyperfréquence.

A cet effet, et pour pallier aux inconvénients de l'état de l'art, 5 l'invention propose un procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence de séparation de milieux comportant un disque de séparation transparent aux ondes électromagnétiques hyperfréquences et au moins un collet en forme de tube cylindrique circulaire brasé par un de ses bords sur une des deux faces du disque, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une étape 10 consistant à déposer une couche mince de brasure active sur le bord du collet destiné à être brasé sur une des deux faces du disque, puis à braser le tube sur le disque.

Une des caractéristiques principales du procédé de fabrication de la fenêtre selon l'invention, réside dans le fait qu'on effectue d'abord un 15 dépôt de brasure active sur le bord du collet destiné à être brasé sur le disque et non préalablement sur la surface du disque contrairement aux procédés de brasage des fenêtres de l'état de l'art dans lesquels le cordon circulaire de même forme que la surface du collet à braser est d'abord brasé sur la surface du disque avant de braser le tube sur le disque.

20 Un premier avantage du procédé selon l'invention réside dans le fait qu'il ne produit plus de décalage entre le cordon de brasure et le bord du tube du fait que le cordon de matériau à braser est déposé au préalable sur le bord du tube.

Une conséquence pratique du procédé de brasage selon 25 l'invention est que le décalage entre le tube et le cordon de brasure ayant été supprimé, l'uniformité du brasage permet d'augmenter la fiabilité de la tenue mécanique entre le disque et le collet brasé.

L'invention concerne aussi une fenêtre hyperfréquence de 30 séparation de milieux comportant un disque de séparation transparent aux ondes électromagnétiques hyperfréquences et au moins un collet en forme de tube cylindrique circulaire brasé par un de ses bords sur une des deux faces du disque, caractérisé en ce que le bord du collet destiné à être brasé sur l'une des surfaces planes du disque et sur lequel on dépose une couche mince de brasure active à une génératrice proche d'une droite.

Ainsi, dans une réalisation préférentielle de cette fenêtre selon l'invention, le bord d'un collet destiné à être brasé sur le disque a la même largeur que l'épaisseur de la paroi du tube.

Dans d'autres réalisations, la fenêtre hyperfréquence de
5 séparation, comporte deux collets en forme de tubes cylindriques circulaires coaxiaux brasés sur le disque de la fenêtre pour former un circuit de refroidissement du disque.

L'invention sera mieux comprise à l'aide d'exemples de réalisations de fenêtres hyperfréquences de séparation de milieux selon
10 l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, montre un dessin de principe d'un tube hyperfréquence de l'état de l'art de très grande puissance de type gyrotron ;
- la figure 2 déjà décrite montre une fenêtre de séparation de l'état de l'art utilisée dans le gyrotron de la figure 1 ;
- 15 - les figures 3a et 3b, déjà décrites, montrent le décalage se produisant entre le collier et le cordon préalablement brasés sur le disque ;
- les figures 4a, 4b et 4c montrent des étapes d'un procédé de fabrication d'une fenêtre de séparation selon l'invention ;
- la figure 4d montre une vue partielle d'une zone de brasage du
20 collet sur le disque, de la fenêtre des figures 4b et 4c ;
- la figure 5 montre le procédé de fabrication selon l'invention d'une fenêtre comportant un collet sur chacune des deux faces du disque de séparation ;
- la figure 6 représente une vue en coupe d'une fenêtre de
25 séparation selon l'invention comportant un circuit de refroidissement ;
- la figure 7 montre une autre réalisation d'une fenêtre selon l'invention comportant un circuit de refroidissement sur chaque face du disque de la fenêtre ;
- la figure 8 représente une fenêtre double disque comportant
30 deux fenêtres selon l'invention ;
- la figure 9 montre une autre réalisation de la fenêtre selon l'invention.

Les figures 4a, 4b et 4c, montrent des étapes de fabrication d'une fenêtre de séparation par le procédé selon l'invention.

La fenêtre 80 comporte essentiellement un disque 81 en diamant synthétique ayant deux surfaces principales 82 et 83 sensiblement parallèles et un collet en cuivre 84 destiné à être brasé sur une face 83 des deux surfaces principales du disque. Le disque est en diamant et le brasage est
5 réalisé à une température élevée de l'ordre de 800°C.

Dans une première étape, on réalise le collet 84 en forme de tube cylindrique circulaire d'épaisseur de paroi e_1 et diamètre du tube constants le long du tube.

Dans une deuxième étape (figure 4a) on dépose sur la surface 85
10 d'un des bords du collet 84 destiné à être brasé sur le disque 81, une couche mince de brasure active 86 (de type Cusin 1 ABA) fondant à une température élevée de l'ordre de 800°C.

L'utilisation de brasure active permet d'obtenir, de façon connue, en une seule opération de brasage, le brasage du collet 84 sur la surface 83
15 du disque en diamant.

Dans une troisième étape (figure 4b), on applique le collet 84, par son bord comportant la brasure active 86, sur la surface 83 du disque à l'aide d'un outil de centrage 87, 88.

Dans une quatrième étape, on monte l'ensemble, disque 81, collet
20 84 et brasure active 86 à une température de l'ordre de 800°C, en appliquant une force F pour compresser le cordon de brasure active 86 entre le bord du collet et la surface du disque, pour réaliser le brasage du collet sur le disque, puis on refroidit la fenêtre 80 à la température ambiante.

Le dépôt de brasure active sur la surface d'un des bords du collet
25 destiné à être brasé sur le disque, est effectué par sérigraphie.

La figure 4c montre une vue de dessus du disque et du collet guidés dans l'outil de centrage

La figure 4d montre une vue partielle d'une zone A de brasage du collet 84 sur le disque 81, de la fenêtre 80 issue du procédé selon l'invention.

30 Avant l'étape de brasage, le collet présente un diamètre à froid D_f , ce diamètre est sensiblement constant le long du bord du tube dans la zone A.

Au moment du brasage, le collet 84 et le disque 81 étant portés à une température de l'ordre de 800 °C, le collet se dilate et son diamètre
35 augmente jusqu'à un diamètre D_c à chaud. Le brasage s'effectuant à chaud, le brassage du collet sur la surface du disque se produit pour le diamètre D_c

du collet à chaud. L'écart entre les deux diamètres à chaud D_c et à froid D_f peut être de l'ordre de l'épaisseur du bord du tube

Lors du refroidissement, le cordon de brasure solidaire du disque en diamant, qui se dilate très peu, garde sensiblement son diamètre à chaud
5 soit sensiblement le diamètre D_c du collet à chaud, alors que le collet 84 retrouve son diamètre D_f à froid plus faible. La fenêtre étant refroidie, le diamètre du collet D_f à froid s'élargit progressivement au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface du disque pour passer, au niveau du brasage, à son diamètre D_c à chaud correspondant sensiblement au
10 diamètre du cordon de brasure 86.

L'avantage du procédé selon l'invention réside dans le fait que la forme du bord du collet et la matière du collet permettent une déformation souple dudit bord passant progressivement du diamètre D_f au diamètre de la brasure D_c produisant des contraintes entre le disque et le collet beaucoup
15 plus faibles pour des températures de brasage, et donc de fonctionnement de la fenêtre, supérieures à celles des procédés de brasage de l'art antérieur.

La figure 5 montre le procédé de fabrication selon l'invention d'une fenêtre comportant un collet sur chacune des deux faces du disque de
20 séparation.

On réalise, à cet effet, deux collets 84 et 85 identiques comportant le dépôt de brasure active 86 sur leurs respectifs bords destinés à être brasés sur un disque 90. Le disque 90 et les deux collets 84 et 85 sont montés dans un outil de centrage 92 de telle façon que leur respectif bord
25 comportant la brasure 86 active soit en contact avec leur respective face du disque, puis on effectue leur brasure par montée en température dans un four sous vide. Un poids P du dispositif de centrage 92 assure une mise en pression des deux collets sur 84, 85 contre les deux faces du disque 90.

Les collets sont réalisés notamment en cuivre, ce métal
30 permettant de limiter les contraintes entre le collet et le disque dues aux différences de diamètres à froid entre le bord du collet brasé sur le disque et le collet lui-même (figure 4d). L'épaisseur du collet est typiquement de 1mm.

Dans d'autres réalisations, la fenêtre de séparation hyperfréquences est refroidie par un liquide de refroidissement, à cet effet
35 une autre opération consiste à braser les pièces nécessaires au circuit de

refroidissement aux fenêtres décrites précédemment avec un ou deux collets.

La figure 6 représente une vue en coupe d'une fenêtre de séparation selon l'invention comportant un circuit de refroidissement.

5 La fenêtre de la figure 6 comporte un disque 100 cylindrique d'axe de révolution ZZ' et deux collets 102, 104 en forme de tube cylindrique circulaire de diamètre constant. Les deux collets 102, 104 de diamètres différents sont colinéaires à l'axe ZZ' du disque.

10 Dans une première phase, les deux collets sont brasés par le procédé selon l'invention décrit précédemment, en déposant une métallisation de brasure active sur les bords des collets, puis en effectuant la brasure des collets, sur une même surface 101 du disque 100.

Dans une deuxième phase, on ajoute à la fenêtre les éléments nécessaires à la réalisation du circuit de refroidissement.

15 Le circuit de refroidissement comporte un tube de séparation 110 cylindrique circulaire en acier inoxydable entre les deux collets 102, 104 en cuivre. L'axe de révolution du tube de séparation 110 est colinéaire avec l'axe ZZ' du disque.

20 Le bord du tube de séparation du côté du disque 100 est à une distance D1 du disque créant avec les deux collets, un compartiment d'arrivée C1 du côté du collet 102 de plus petit diamètre, un compartiment de sortie C2 du côté du collet 104 de plus grand diamètre et une chicane Ch permettant une circulation d'un fluide Fd d'un compartiment C1 à l'autre C2 à travers la chicane Ch.

25 Le compartiment d'arrivée C1 est fermé, du côté opposé à la chicane Ch, par une couronne d'arrivée 112 en acier inoxydable solidaire du tube de séparation 110 et par un autre collet d'arrivée 114 en cuivre, en forme de tube d'axe colinéaire avec l'axe ZZ', brasé par un de ses bords sur le collet 102 de petit diamètre. Le collet d'arrivée 114 comporte une couronne
30 de fermeture 116 en cuivre, d'une part, solidaire de la couronne d'arrivée 112 et d'autre part, brasée sur le bord libre du collet d'arrivée en cuivre 114.

La couronne d'arrivée 112 comporte un conduit 120 débouchant dans le compartiment d'arrivée C1 pour assurer l'arrivée de fluide Fd de refroidissement dans le circuit de refroidissement C1, Ch, C2.

En outre, le compartiment de sortie C2 est fermé, du côté opposé à la chicane Ch, par une couronne de sortie 122 en acier inoxydable, d'axe colinéaire avec l'axe ZZ', solidaire du collet 104 de plus grand diamètre et de la couronne d'arrivée 112. La couronne de sortie 122 comporte un conduit
5 126 débouchant dans le compartiment de sortie C2 pour assurer la sortie du fluide de refroidissement du circuit de refroidissement C1, Ch, C2.

Le fluide de refroidissement, en circulant du compartiment d'arrivée C1 vers le compartiment de sortie C2 par la chicane Ch, refroidi les différents collets, ainsi que la partie du disque comprise entre les deux
10 collets. Le disque en diamant étant très bon conducteur de la chaleur, cette zone de refroidissement comprise entre les collets suffit au refroidissement du disque 100.

La figure 7 montre une autre réalisation d'une fenêtre comportant un circuit de refroidissement sur chaque face du disque de la fenêtre.

Un disque 130 comporte du côté d'une de ses deux faces principales 132 un premier circuit de refroidissement 134 identique au circuit de refroidissement de la figure 6 et du côté de l'autre face 136 du disque un second circuit 138 symétrique du premier circuit 134. Le premier circuit de refroidissement 134 aura les mêmes repères pour les mêmes éléments que
15 ceux du circuit de la figure 6 avec l'indice « a » et ceux du second circuit 138 de refroidissement l'indice « b ».

Le disque 130 est alors refroidi par ses deux faces.

Une autre réalisation concerne un assemblage pour une fenêtre double disque. Ces types de fenêtres double disque sont de la même façon
25 utilisées pour les tubes et les lignes de propagation hyperfréquences. Pour des raisons techniques les deux disques de diélectrique, doivent être très proches l'un de l'autre (distance Dr).

La figure 8 représente un tel assemblage comportant une première fenêtre 140 identique à la fenêtre de la figure 6 ayant un disque de séparation 145 et une seconde fenêtre 142 symétrique à la première par rapport à un plan parallèle aux faces des disques des deux fenêtres, la seconde fenêtre ayant un autre disque de séparation 147.
30

Les deux fenêtres comportent chacune leur respectif circuit de refroidissement. Pour l'une des fenêtres 140 un circuit de refroidissement
35 144 du côté d'une des faces de son disque 145 et pour l'autre fenêtre 142 un

autre circuit de refroidissement 146, symétrique du premier 144, du côté de l'autre face de son disque 147.

Un dispositif de pompage 150 effectue le vide dans un espace délimité schématiquement par la paroi 152 (en trait pointillé) comportant les
5 deux disques 145, 147 de la fenêtre à double disque.

L'avantage d'une telle réalisation de la figure 8 formant une fenêtre double disque réside dans le fait que les deux disques 145, 147 peuvent être rapprochés autant que nécessaire sans être gênés par leurs respectifs circuits de refroidissement, ce qui permet obtenir des bandes
10 passantes satisfaisantes du circuit de transmission hyperfréquences.

La forme des collets ou du circuit de refroidissement n'est pas limitative aux descriptions données en exemple. Pour des raisons d'encombrement ou d'efficacité, on peut faire varier la longueur des collets, leur espacement ainsi que leur forme.

A cet effet, la figure 9 montre une autre réalisation de la fenêtre selon l'invention comportant un circuit de refroidissement 160 de même type que celui de la fenêtre de la figure 6.

Le circuit de refroidissement comporte un tube de séparation 161 cylindrique circulaire en acier inoxydable compris entre deux collets 162, 164
20 en cuivre, de diamètres différents, le tubes et les collets, coaxiaux à l'axe du ZZ' du disque, créant le compartiment d'arrivée C1, le compartiment de sortie C2 et la chicane Ch permettant une circulation du fluide Fd d'un compartiment C1 à l'autre C2 à travers la chicane Ch. Le premier collet 162 est en forme de tube cylindrique circulaire, le second collet 164 entourant le
25 premier est un tube en cuivre de forme tronconique, le bord de plus petit diamètre étant brasé sur le disque 100.

Le compartiment d'arrivée C1 est fermé, du côté opposé à la chicane Ch, par une couronne d'arrivée 166 en acier inoxydable solidaire du tube de séparation 161 et par une couronne de fermeture 168 en cuivre
30 brasée sur le bord libre du collet 162 de petit diamètre.

La couronne d'arrivée 166 comporte un conduit 168 débouchant dans le compartiment d'arrivée C1 pour assurer l'arrivée de fluide de refroidissement dans le circuit de refroidissement C1, Ch, C2.

En outre, le compartiment de sortie C2 est fermé, du côté opposé
35 à la chicane Ch, par une couronne de sortie 170 en acier inoxydable, d'axe

colinéaire avec l'axe ZZ', solidaire du collet 164 tronconique et de la couronne d'arrivée 166. La couronne de sortie 166 comporte un conduit 172 débouchant dans le compartiment de sortie C2 pour assurer la sortie du fluide de refroidissement du circuit de refroidissement C1, Ch, C2.

- 5 Le procédé de brasage de la fenêtre hyperfréquence selon l'invention, permet de réaliser la brasure des collets sur le disque à des températures bien plus élevées que celles de l'état de l'art. On peut ainsi réaliser des fenêtres supportant des températures d'étuvage bien plus élevées de l'ordre de 500°C. La conséquence pour les dispositifs
- 10 hyperfréquences utilisant de telles fenêtres est une diminution du temps d'étuvage et un gain de temps sur le conditionnement du tube.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence (26, 50, 80) de séparation de milieux (32, 34) comportant un disque de séparation (36, 54, 81, 90, 100, 130, 145, 147) transparent aux ondes électromagnétiques hyperfréquences et au moins un collet (42, 44, 52, 84, 102, 104, 161, 164) en forme de tube cylindrique circulaire brasé par un de ses bords sur une des deux faces (38, 40, 82, 83, 101, 132, 136) du disque, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une étape consistant à déposer une couche mince de brasure active (86) sur le bord du collet destiné à être brasé sur une des deux faces du disque, puis à braser le tube sur le disque.

2. Procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bord du collet (52, 84, 102, 104, 161, 164) destiné à être brasé sur l'une des faces planes (38, 40, 82, 83, 101, 132, 136) du disque a une génératrice proche d'une droite.

3. Procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence selon l'une des revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que :

- dans une première étape, on réalise le collet (84) en forme de tube cylindrique circulaire d'épaisseur de paroi (e_1) et diamètre du tube constants le long du tube ;

- dans une deuxième étape, on dépose sur la surface (85) d'un des bords du collet (84) destiné à être brasé sur le disque (81), une couche mince de brasure active (86), (de type Cusin 1ABA), fondant à une température élevée de l'ordre de 800°C ;

- dans une troisième étape, on applique le collet (84), par son bord comportant la brasure active (86), sur la surface (83) du disque à l'aide d'un outil de centrage (87) ;

- dans une quatrième étape, on monte l'ensemble, disque (81), collet (84) et brasure active (86) à une température de l'ordre de 800°C, en appliquant une force F pour compresser le cordon de brasure active (86) entre le bord du collet et la surface du disque, pour réaliser le brasage du collet sur le disque, puis on refroidit la fenêtre à la température ambiante.

4. Procédé de fabrication d'une fenêtre hyperfréquence selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le dépôt de brasure active (86) sur la surface (85) d'un des bords du collet (84) destiné à être brasé sur le disque (80), est effectué par sérigraphie.

5

5. Fenêtre hyperfréquence de séparation de milieux (32, 34) comportant un disque de séparation (36, 54, 81, 90, 100, 130, 145, 147) transparent aux ondes électromagnétiques hyperfréquences et au moins un collet (42, 44, 52, 84, 102, 104, 161, 164) en forme de tube cylindrique circulaire brasé par un de ses bords sur une des deux faces (38, 40, 82, 83, 101, 132, 136) du disque, caractérisé en ce que le bord du collet destiné à être brasé sur l'une des surfaces planes du disque et sur lequel on dépose une couche mince de brasure active à une génératrice proche d'une droite.

15

6. Fenêtre hyperfréquence selon la revendication 5, caractérisée en ce que le bord d'un collet destiné à être brasé sur le disque a la même largeur que l'épaisseur (e1) de la paroi du tube.

7. Fenêtre hyperfréquence selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce qu'elle comporte deux collets (84, 85) en forme de tube cylindrique circulaire coaxiaux brasés sur le disque pour former un circuit de refroidissement du disque.

8. Fenêtre hyperfréquence selon la revendication 7, caractérisée en ce que le circuit de refroidissement comporte un tube de séparation (110) en acier inoxydable de diamètre compris entre les deux diamètres des collets en cuivre, le tube de séparation (110), d'axe de révolution colinéaire à l'axe ZZ' du disque, étant situé entre les deux collets (102, 104), le bord du tube de séparation du côté du disque (100) ayant à une distance D1 du disque créant avec les deux collets, un compartiment d'arrivée (C1) du côté du collet 102 de plus petit diamètre, un compartiment de sortie (C2) du côté du collet 104 de plus grand diamètre et une chicane (Ch) permettant une circulation d'un fluide Fd d'un compartiment (C1) à l'autre (C2) à travers la chicane (Ch).

9. Fenêtre hyperfréquence selon la revendication 8, caractérisée en ce que le compartiment d'arrivée (C1) est fermé, du côté opposé à la chicane (Ch), par une couronne d'arrivée (112) en acier inoxydable solidaire du tube de séparation 110 et par un autre collet d'arrivée (114) en cuivre, en forme
— de tube d'axe colinéaire avec l'axe ZZ', brasé par une de ses extrémités sur
5 le collet (102) de petit diamètre, le collet d'arrivée (114) comportant une couronne de fermeture (116) en cuivre, d'une part, solidaire de la couronne d'arrivée (112) et, d'autre part, brasée sur le bord libre du collet d'arrivée en cuivre (114), la couronne d'arrivée (112) comporte un conduit (120)
10 débouchant dans le compartiment d'arrivée (C1) pour assurer l'arrivée de fluide de refroidissement dans le circuit de refroidissement (C1, Ch, C2), le compartiment de sortie (C2) étant fermé, du côté opposé à la chicane (Ch), par une couronne de sortie (122) en acier inoxydable, d'axe colinéaire avec l'axe ZZ', solidaire du collet (104) de plus grand diamètre et de la couronne
15 d'arrivée 112, la couronne de sortie (122) comportant un conduit (126) débouchant dans le compartiment de sortie (C2) pour assurer la sortie du fluide de refroidissement du circuit de refroidissement (C1, Ch, C2).

10. Fenêtre hyperfréquence selon l'une des revendications 5 ou 6,
20 caractérisée en ce qu'elle comporte un circuit de refroidissement comportant un tube de séparation (161) cylindrique circulaire en acier inoxydable compris entre deux collets (162, 164) en cuivre, de diamètres différents, le tubes et les collets, coaxiaux à l'axe du ZZ' du disque, créant le compartiment d'arrivée C1, le compartiment de sortie C2 et la chicane Ch
25 permettant une circulation du fluide Fd d'un compartiment C1 à l'autre C2 à travers la chicane Ch, le premier collet (162) est en forme de tube cylindrique circulaire, le second collet (164) entourant le premier étant un tube en cuivre de forme tronconique, le bord de plus petit diamètre étant brasé sur le disque (100), le compartiment d'arrivée (C1) étant fermé, du coté opposé à la
30 chicane (Ch), par une couronne d'arrivée (166) en acier inoxydable solidaire du tube de séparation (161) et par une couronne de fermeture (168) en cuivre brasée sur le bord libre du collet (162) de petit diamètre, la couronne d'arrivée (166) comportant un conduit (168) débouchant dans le compartiment d'arrivée (C1) pour assurer l'arrivée de fluide de
35 refroidissement dans le circuit de refroidissement (C1, Ch, C2), le

- compartiment de sortie (C2) étant fermé, du côté opposé à la chicane (Ch,) par une couronne de sortie (170) en acier inoxydable, d'axe colinéaire avec l'axe ZZ', solidaire du collet (164) tronconique et de la couronne d'arrivée (166), la couronne de sortie (166) comportant un conduit (172) débouchant
- 5 dans le compartiment de sortie (C2) pour assurer la sortie du fluide de refroidissement du circuit de refroidissement (C1, Ch, C2).

11. Fenêtre hyperfréquence double disque caractérisée en ce qu'elle comportant une première fenêtre (140) ayant un disque de séparation
- 10 (145) et une seconde fenêtre (142), symétrique à la première, ayant un autre disque de séparation (147), selon l'une des revendications 5 à 10, les première et secondes fenêtres étant symétriques par rapport à un plan parallèle aux faces des disques des deux fenêtres, les deux fenêtres comportant chacune leur respectif circuit de refroidissement, pour l'une des
- 15 fenêtres (140) un circuit de refroidissement (144) du côté d'une des faces de son disque (145) et pour l'autre fenêtre (142) un autre circuit de refroidissement (146), symétrique du premier (144), du côté de l'autre face de son disque (147), un dispositif de pompage 150 effectuant le vide dans un espace délimité par une paroi (152), comportant les deux disques (145, 147)
- 20 de la fenêtre à double disque.

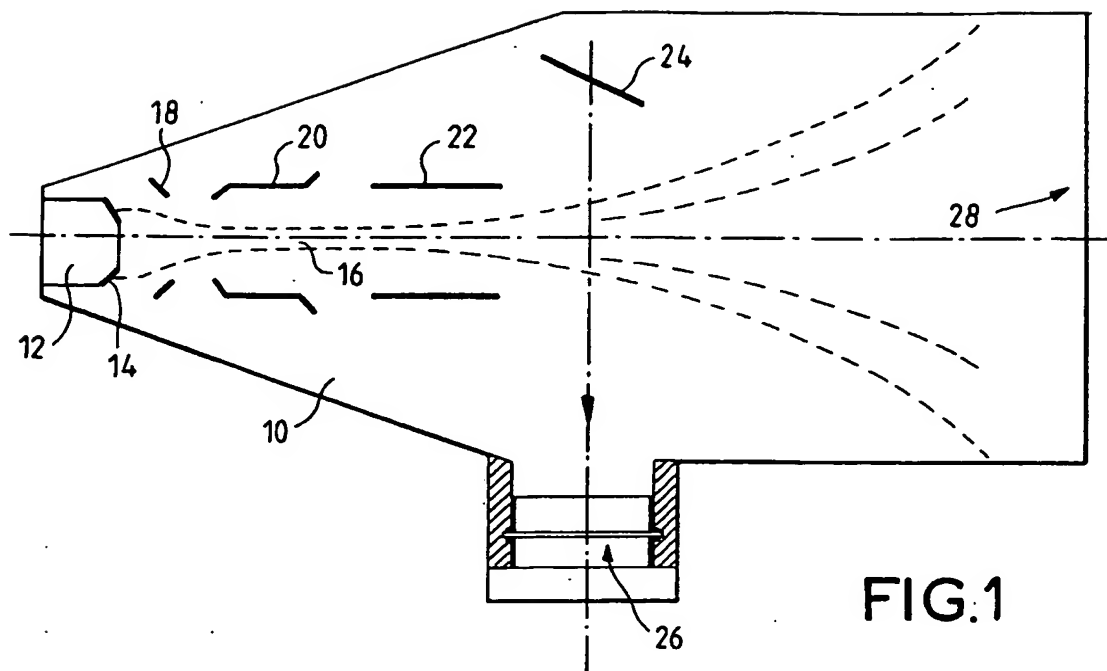


FIG.1

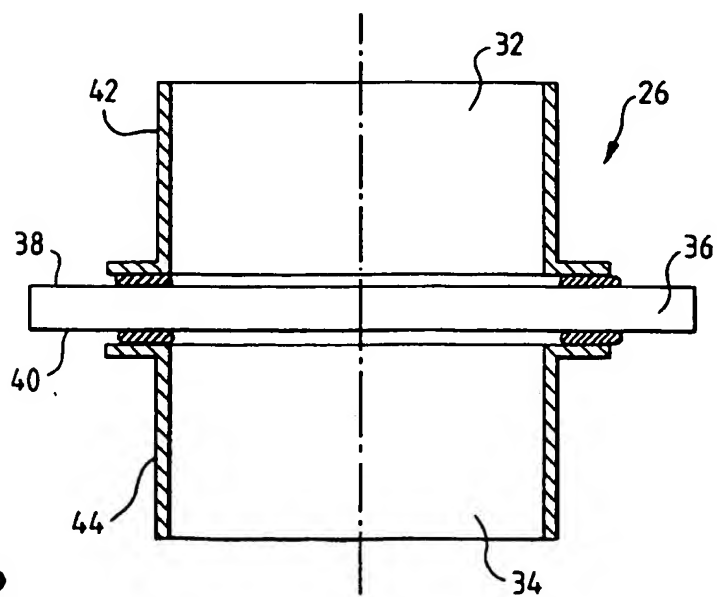


FIG. 2

2/6

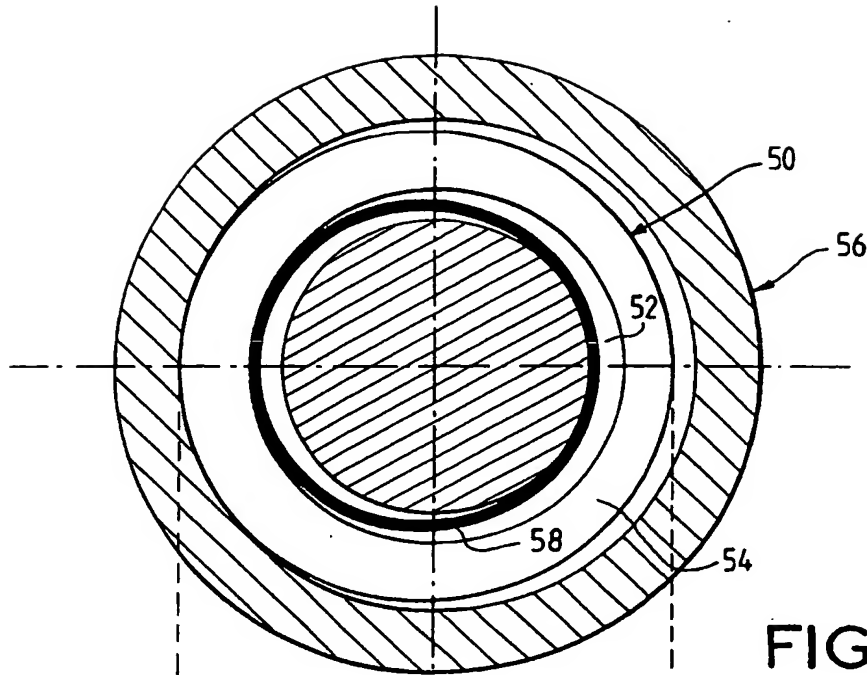


FIG. 3a

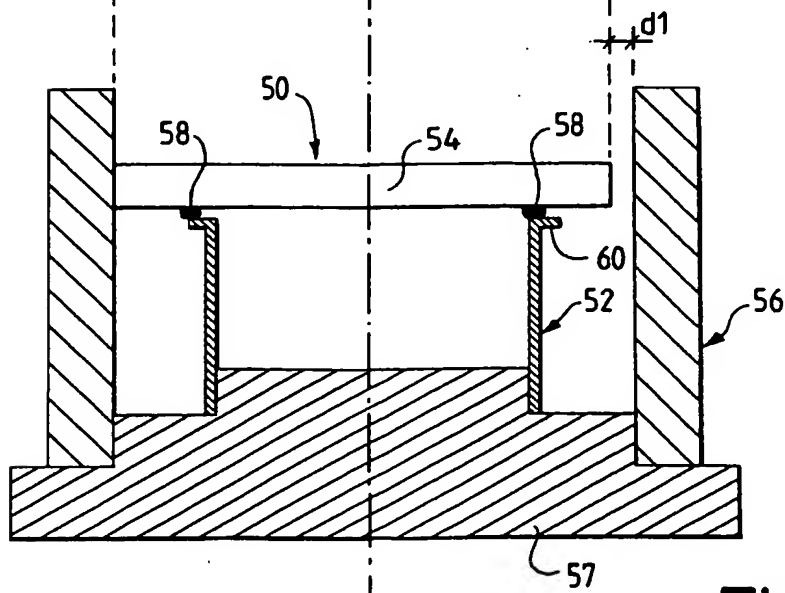


FIG. 3b

3/6

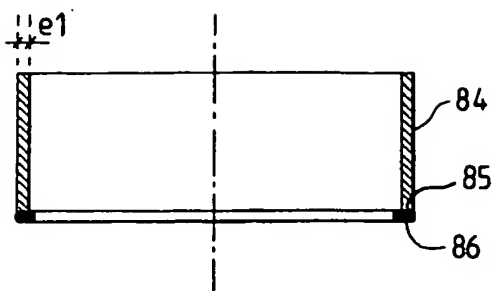


FIG. 4a

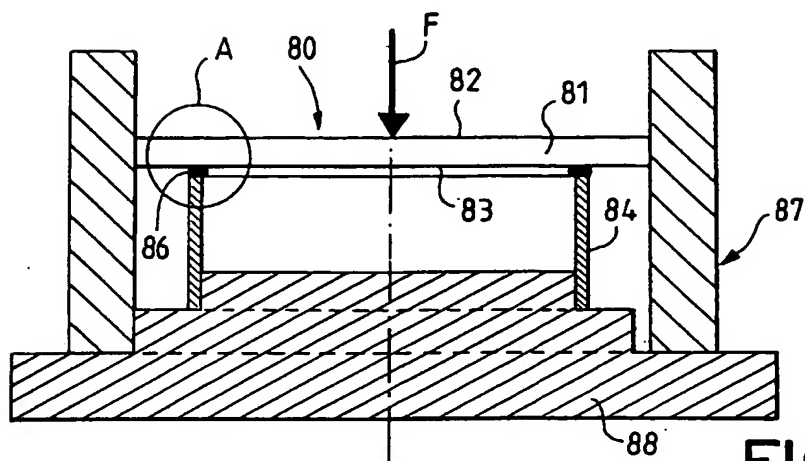


FIG. 4b

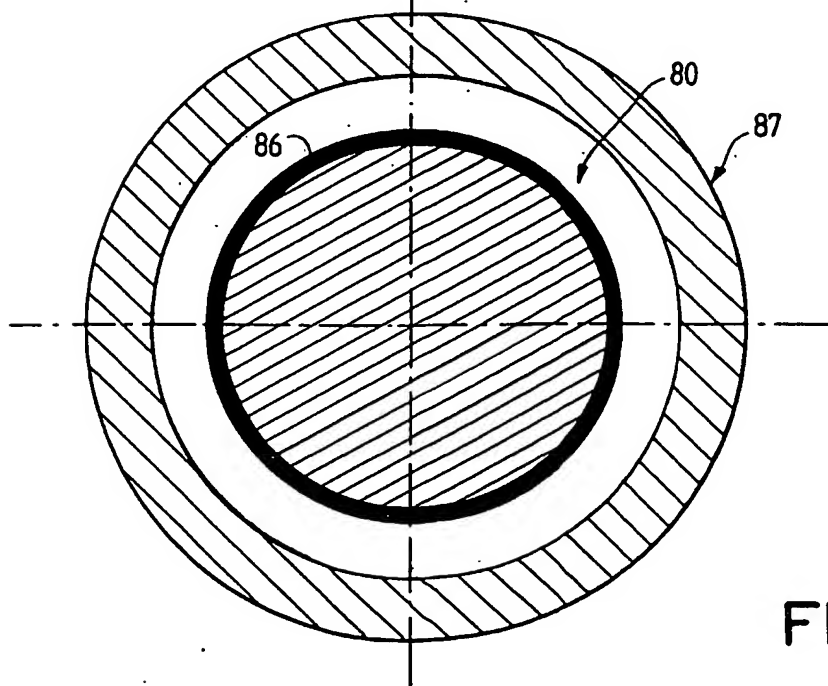


FIG. 4c

4/6

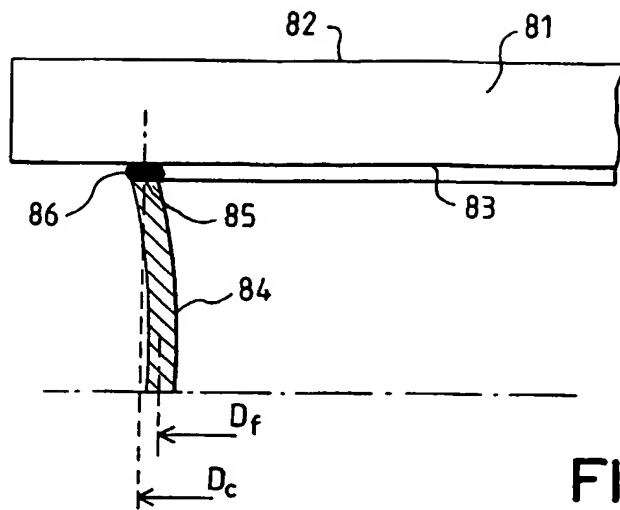


FIG. 4d

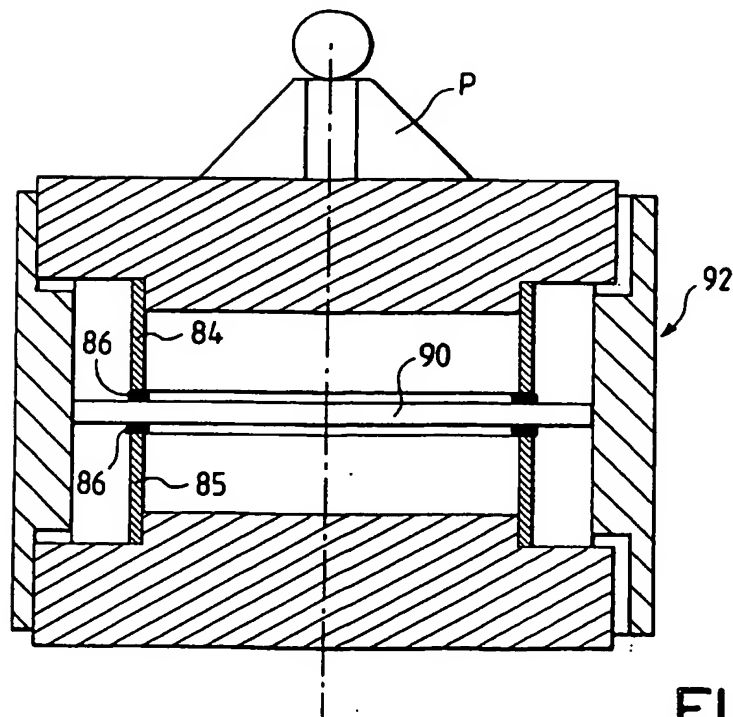


FIG. 5

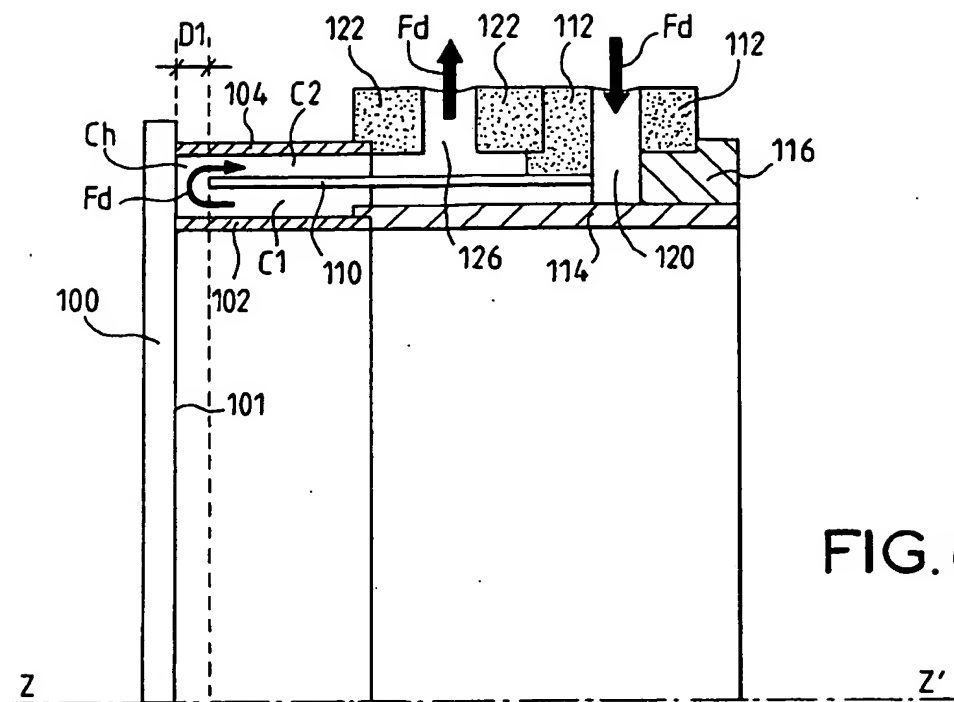


FIG. 6

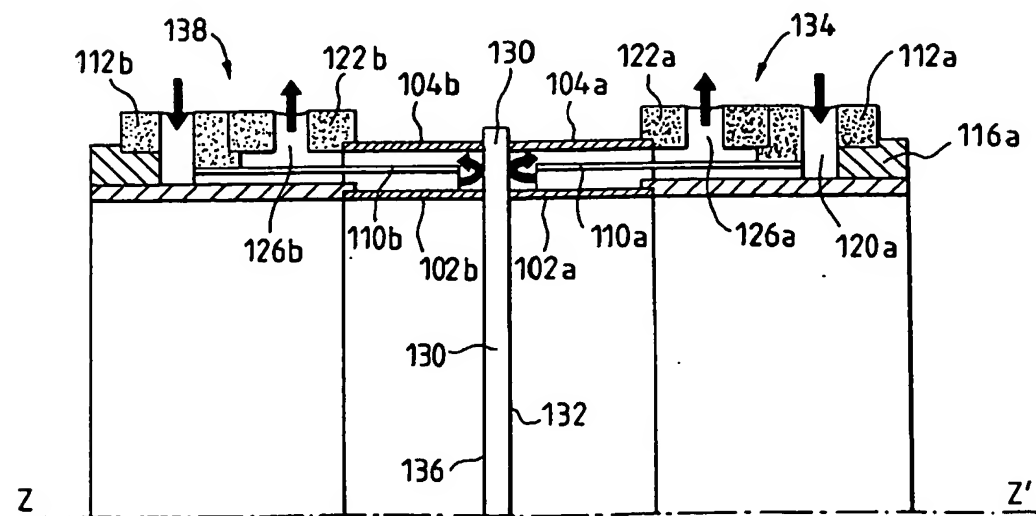


FIG.7

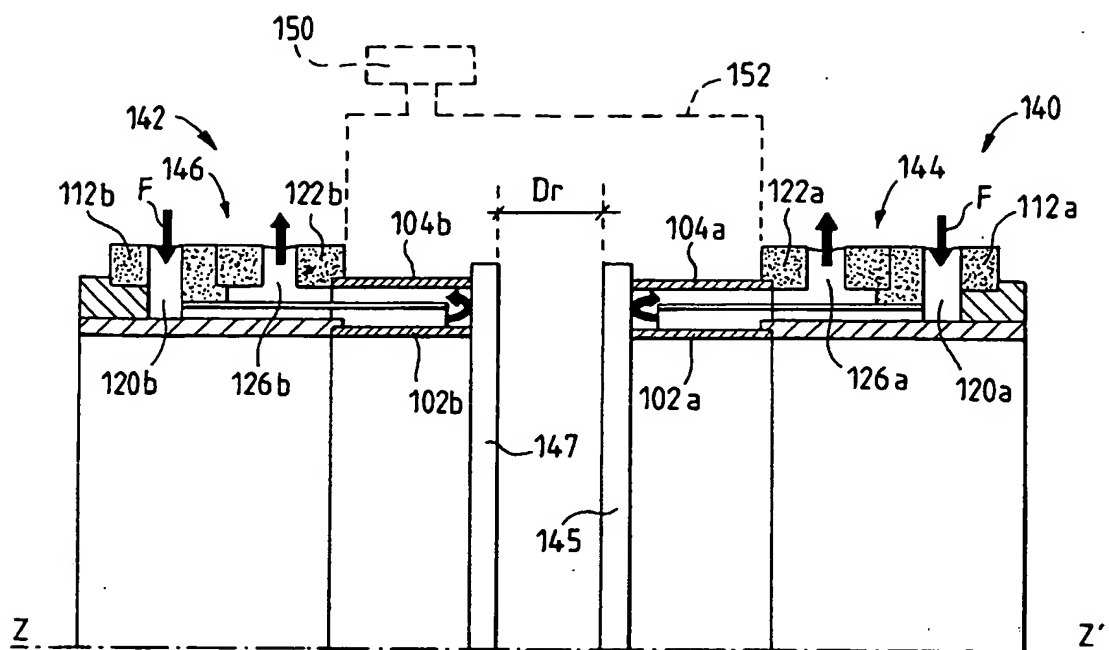


FIG. 8

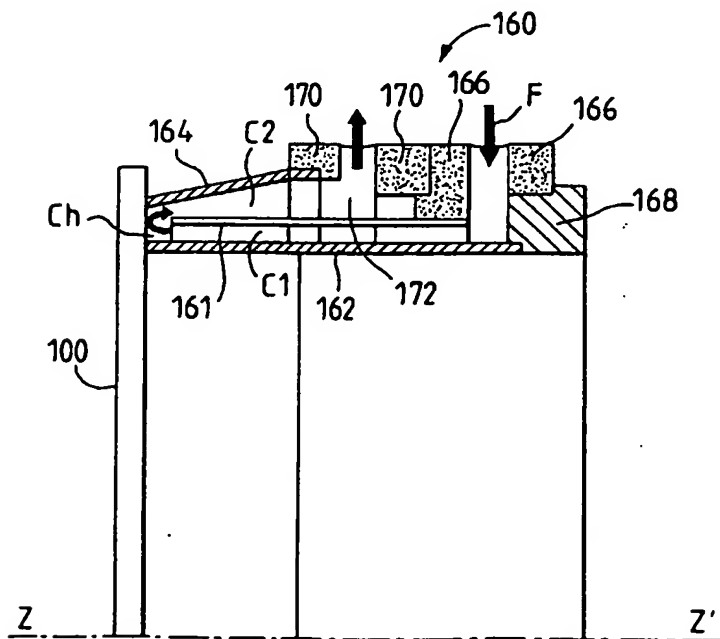


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/01164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01P1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01P H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 746 546 A (THOMSON CSF) 26 September 1997 (1997-09-26) page 4, line 30-34; claim 7; figures 1B,2 ---	1,2,5,7
X	HAN ZHONG DE: "DIRECT SEALING OF MILLIMETER-WAVE TRANSMISSION WINDOWS" 1998 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROWAVE AND MILLIMETER WAVE TECHNOLOGY, 18 - 20 August 1998, pages 718-721, XP008012605 BEIJING the whole document --- -/--	1,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 August 2003

Date of mailing of the international search report

19/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Den Otter, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/01164

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 828 312 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 11 March 1998 (1998-03-11) column 4, line 21-29 column 5, line 8-15 column 7, line 42 -column 8, line 47; figures 1,2 -----	1,5
X	R.A. OLSTAD ET AL.: "T25 ITER ECH WINDOW DEVELOPMENT- 110 GHZ ECH DISTRIBUTED WINDOW DEVELOPMENT" GENERAL ATOMICS PROJECT 3469 FINAL REPORT- GA-A22648, January 1998 (1998-01), pages 1-15, XP002227589 page 8, line 24-26; figure 1 -----	1,5
A	DE 100 48 833 A (SIEMENS AG) 18 April 2002 (2002-04-18) the whole document -----	1,5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/01164

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2746546	A	26-09-1997	FR 2746546 A1	26-09-1997
EP 0828312	A	11-03-1998	US 6241184 B1	05-06-2001
			DE 69718582 D1	27-02-2003
			EP 0828312 A2	11-03-1998
			JP 3288958 B2	04-06-2002
			JP 10122799 A	15-05-1998
			NO 974142 A	11-03-1998
			US 5941479 A	24-08-1999
DE 10048833	A	18-04-2002	DE 10048833 A1	18-04-2002
			US 2002075999 A1	20-06-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/01164

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 H01P1/08		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H01P H01J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 746 546 A (THOMSON CSF) 26 septembre 1997 (1997-09-26) page 4, ligne 30-34; revendication 7; figures 1B,2 ---	1,2,5,7
X	HAN ZHONG DE: "DIRECT SEALING OF MILLIMETER-WAVE TRANSMISSION WINDOWS" 1998 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROWAVE AND MILLIMETER WAVE TECHNOLOGY, 18 - 20 août 1998, pages 718-721, XP008012605 BEIJING le document en entier --- <div style="text-align: center;">-/--</div>	1,5
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*A* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée <div style="text-align: center;">12 août 2003</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <div style="text-align: center;">19/08/2003</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé <div style="text-align: center;">Den Otter, A</div>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 03/01164

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 828 312 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 11 mars 1998 (1998-03-11) colonne 4, ligne 21-29 colonne 5, ligne 8-15 colonne 7, ligne 42 -colonne 8, ligne 47; figures 1,2 ---	1,5
X	R.A. OLSTAD ET AL.: "T25 ITER ECH WINDOW DEVELOPMENT- 110 GHZ ECH DISTRIBUTED WINDOW DEVELOPMENT" GENERAL ATOMICS PROJECT 3469 FINAL REPORT- GA-A22648, janvier 1998 (1998-01), pages 1-15, XP002227589 page 8, ligne 24-26; figure 1 ---	1,5
A	DE 100 48 833 A (SIEMENS AG) 18 avril 2002 (2002-04-18) le document en entier -----	1,5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 03/01164

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2746546	A	26-09-1997	FR 2746546 A1	26-09-1997
EP 0828312	A	11-03-1998	US 6241184 B1	05-06-2001
			DE 69718582 D1	27-02-2003
			EP 0828312 A2	11-03-1998
			JP 3288958 B2	04-06-2002
			JP 10122799 A	15-05-1998
			NO 974142 A	11-03-1998
			US 5941479 A	24-08-1999
DE 10048833	A	18-04-2002	DE 10048833 A1	18-04-2002
			US 2002075999 A1	20-06-2002